

## PEMANFAATAN ULAT JERMAN (SUPERWORM) DALAM PENGOLAHAN LIMBAH PASAR SAYUR SAWI HIJAU DAN WORTEL MENJADI KOMPOS

Sasanti Dyah Raraningsih<sup>\*)</sup>, Endro Sutrisno<sup>\*\*)</sup>, Purwono<sup>\*\*)</sup>

Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Jl. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275

email: [dyahraraningsih@gmail.com](mailto:dyahraraningsih@gmail.com)

### Abstrak

Limbah sayuran adalah bagian dari sayuran atau sayuran yang sudah tidak dapat digunakan atau dibuang. Pemanfaatan limbah sayuran dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan pakan untuk dilakukan pengomposan. Penelitian yang dilakukan dalam pengomposan menggunakan Ulat Jerman (Superworm). Limbah sayuran yang diberikan kepada ulat tidak secara langsung melainkan melalui proses fermentasi dengan penambahan MOL terlebih dahulu, diantaranya EM<sub>4</sub> (Effective Microorganisme 4) dan Stardec merupakan produk dari pabrik, kemudian MOL dari Bonggol Pisang, Akar Bambu, dan Nasi yang dibusukkan dibuat sendiri. Peletakan kelima kotak yang berisikan ulat Jerman diberikan pakan limbah campuran sayuran sawi hijau dan wortel yang telah difermentasi. Pengomposan dilakukan selama 25 hari dimana setiap 5 hari sekali diberikan pergantian pakan yang telah difermentasi. Hasil akhir pengambilan kotoran disetiap hari ke-5 terakhir dilakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui parameter pH, temperatur, Electrical Conductivity (EC), dan kadar air serta kandungan unsur hara kadar Amonium, kadar Nitrat, kadar Kalium (K), dan kadar Phospat (P). Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa dari kelima MOL menghasilkan nilai unsur hara K dan P yang telah memenuhi SNI tahun 2004. Pada unsur hara kadar K yang memiliki nilai tertinggi yaitu EM<sub>4</sub> sebesar 2,505%, kemudian kadar P yang memiliki nilai tertinggi yaitu MOL Akar Bambu sebesar 0,3659%. Sedangkan kadar Amonium yang memiliki nilai tertinggi yaitu Stardec sebesar 612,025 mg/l dan kadar Nitrat yang memiliki nilai tertinggi yaitu MOL Nasi sebesar 980,702%.

**Kata Kunci:** Limbah sayur, Ulat Jerman (Superworm), Kompos, Fermentasi, MOL

### Abstract

Vegetable waste is part of the vegetable or vegetables that can not be used or discarded. Vegetable waste utilization in this study is used as feed material for composting is done. Research conducted in composting using (Superworm). Waste vegetable given to worms did not directly but through the process of fermentation with the addition of MOL in advance, including EM<sub>4</sub> (Effective microorganisms 4) and stardec is a product of a factory, then MOL of tuber Bananas, Roots Bamboo, and Rice is decomposed made his own. Laying a box containing five caterpillars Germany given feed mixed waste vegetable green cabbage and carrots that have been fermented. Composting is done during the 25 days which is given once every 5 days change of feed that has been fermented. The final result of taking dirt every day 5 last conducted laboratory tests to determine the parameters of pH, temperature, Electrical Conductivity (EC), and the moisture content and nutrient content levels of ammonium, levels of nitrates, levels of Potassium (K), and the levels of phosphate (P). Based on the results that the five MOL produces nutrient value of the K and P that meets ISO 2004. At the nutrient content of K which has the highest value that is EM<sub>4</sub> amounted to 2.505%, then the levels of P

which has the highest value, namely MOL Roots Bamboo by 0 , 3659%. While Ammonium levels with the highest score is stardec amounted to 612.025 mg / l and nitrate levels that have the highest value, namely MOL Rice at 980.702%.

**Keywords:** Waste vegetable , Superworm , compost , fermentation , MOL

## PENDAHULUAN

Sampah masih menjadi masalah bagi masyarakat disebabkan karena jumlah perbandingan sampah yang dihasilkan dengan sampah yang diolah tidak seimbang. Sampah merupakan limbah yang mempunyai banyak dampak bagi manusia antara lain kesehatan dan lingkungan. Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat di sekitar kota adalah limbah pasar.

Limbah pasar merupakan bahan-bahan hasil sampingan dari kegiatan manusia yang berada di pasar dan banyak mengandung bahan organik (Ningrum, 2014). Limbah sayuran pasar berpotensi sebagai bahan pakan, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang masa simpan serta untuk menekan efek anti nutrisi yang umumnya berupa alkaloid (Saenab, 2010).

Pasar tradisional merupakan tempat dimana masyarakat dapat membeli kebutuhan pangan dengan harga yang terjangkau murah. Kebersihan dari pasar tradisional dapat dikatakan masih lemah dibanding dengan pasar modern, terutama dari segi penanganan limbah. Salah satu diantaranya yaitu tempat penjualan sayur-sayuran. Sayuran sawi hijau yang sudah tidak terlihat segar biasanya dibuang di tempat pembuangan sampah sayur yang bercampur dengan sayur lainnya. Namun, terdapat pula limbah sayuran yang masih berjatuh kebawah, limbah ceceran inilah yang terkesan kotor dalam penanganan limbah. Limbah pasar salah satunya yaitu Pasar tradisional Wonodri Kota Semarang.

Belum adanya pengolahan limbah padat organik sayuran menjadi permasalahan yang dihadapi di Pasar Wonodri Semarang sebagai hasil dari aktivitas di pasar tersebut. Limbah pasar tradisional yang tidak diperlakukan dengan baik dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan yang dapat mengganggu kenyamanan pembeli terutama ketika terjadinya transaksi jual-beli dengan konsumen, khususnya kawasan pasar dan rumah sekitar pasar tersebut. Pemanfaatan limbah sayuran merupakan alternatif yang baik untuk menjadi pupuk dalam bentuk kompos. Pengomposan memanfaatkan makroorganisme sebagai pengurai. Makroorganisme yang digunakan adalah ulat dari Ulat Jerman (*Superworm*). Kotoran yang dihasilkan Ulat Jerman inilah yang digunakan dalam vermikompos.

Maka dari itu penelitian pengomposan dengan bantuan ulat Jerman dari bahan limbah sayuran di pasar perlu dilakukan, mengingat dapat dilihat dari segi kualitas yang dihasilkan agar dapat diketahui seberapa bergunanya metode ini mampu mengubah limbah padat organik sayuran menjadi pupuk organik dengan bantuan ulat. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui hasil awal variasi jenis pakan yang tefermenasi untuk ulat Jerman dari bioaktivator EM4 dan *Stardec* serta MOL buatan sendiri yaitu MOL bonggol pisang, MOL akar bambu, dan MOL nasi yang dibusukkan dan pertumbuhan dari ulat Jerman dan mengetahui hasil akhir pengomposan dengan makroorganisme ulat Jerman dengan pengukuran parameter kadar air, pH, temperatur, *Electrical Conductivity* (EC), kadar Ammonium, Nitrat, Phospat,

dan Kalium hasil pengomposan ulat Jerman dengan pakan campuran limbah sawi hijau dan wortel terfermentasi dengan 5 variasi bioaktivator yang berbeda.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Penentuan Variabel

Pada penelitian terdapat 2 jenis variabel yang digunakan, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas pada penelitian ini, yaitu pakan ulat Jerman yang terfermentasi dengan 5 variasi bioaktivator serta MOL yang berbeda-beda.

Variabel terikat pada penelitian ini, yaitu Kadar air, pH, Temperatur, *Electrical Conductivity* (EC), Kadar Ammonium dan Nitrat, Phospat, dan Kalium.

### Tahap Pelaksanaan

#### 1. Media dan Peletakan Ulat Jerman

Tempat berupa kotak plastik sebanyak 5 buah kotak. Bahan untuk pembuatan media ulat Jerman ditimbang sebelum dimasukkan kedalam kotak-kotak tempat Ulat Jerman dengan variasi perbandingan limbah sayur sawi hijau : wortel adalah yaitu berbeda-beda pada setiap kotaknya untuk dimasukkan kedalam kotak. Bahan-bahan penelitian seperti limbah sayur sawi hijau dan wortel dipotong terlebih dahulu sebelum di masukan kedalam kotak-kotak yang berisi Ulat Jerman yang bertujuan agar Ulat Jerman tidak mati. Ulat Jerman ditimbang kemudian dimasukkan ke masing-masing kotak yang telah diisi media sebanyak 100 gr.

#### 2. Penelitian inti

Penelitian inti dilakukan dengan menggunakan variasi MOL dengan 5 jenis yang berbeda diletakkan pada kelima kotak setiap 5 hari sekali selama 25 berlangsung. Pakan yang terfermentasi dapat diketahui ebagai berikut:

##### a. Pakan difermentasi dengan penambahan EM4

- Kotak A-E berisi ulat Jerman sebanyak 100 gr.

- Dilakukan uji bahan kompos berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, Ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium pada saat awal fermentasi.
- Memberikan pakan limbah sawi hijau dan wortel yang terfermentasi EM4 selama 3 hari.
- Dilakukan pengukuran berat kotoran dan pertambahan berat ulat jerman di setiap akhir 5 hari akhir pengomposan.
- Dilakukan uji hasil kompos dari kotoran Ulat Jerman berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium.

##### b. Pakan difermentasi dengan penambahan *Stardec*

- Kotak A-E berisi ulat Jerman sebanyak 100 gr
- Dilakukan uji bahan kompos berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, Ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium pada saat awal fermentasi.
- Memberikan pakan limbah sawi hijau dan wortel yang terfermentasi *Stardec* selama 3 hari.
- Dilakukan pengukuran berat kotoran dan pertambahan berat ulat jerman di setiap akhir 5 hari akhir pengomposan.
- Dilakukan uji hasil kompos dari kotoran Ulat Jerman berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium.

##### c. Pakan difermentasi dengan penambahan Mol Bonggol Pisang

- Kotak A-E berisi ulat Jerman sebanyak 100 gr
- Dilakukan uji bahan kompos berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, Ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium pada saat awal fermentasi.

- Memberikan pakan limbah sawi hijau dan wortel yang terfermentasi MOL Bonggol Pisang selama 3 hari.
- Dilakukan pengukuran berat kotoran dan pertambahan berat ulat jerman di setiap akhir 5 hari akhir pengomposan.
- Dilakukan uji hasil kompos dari kotoran Ulat Jerman berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium.
- d. Pakan difermentasi dengan penambahan Mol Akar Bambu
  - Kotak A-E berisi ulat Jerman sebanyak 100 gr
  - Dilakukan uji bahan kompos berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, Ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium pada saat awal fermentasi.
  - Memberikan pakan limbah sawi hijau dan wortel yang terfermentasi MOL Akar Bambu selama 3 hari.
  - Dilakukan pengukuran berat kotoran dan pertambahan berat ulat jerman di setiap akhir 5 hari akhir pengomposan.
  - Dilakukan uji hasil kompos dari kotoran Ulat Jerman berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium.
- e. Pakan difermentasi dengan penambahan Mol Nasi
  - Kotak A-E berisi ulat Jerman sebanyak 100 gr
  - Dilakukan uji bahan kompos berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, Ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium pada saat awal fermentasi.
  - Memberikan pakan limbah sawi hijau dan wortel yang terfermentasi MOL Nasi selama 3 hari.
  - Dilakukan pengukuran berat kotoran dan pertambahan berat ulat jerman di

setiap akhir 5 hari akhir pengomposan.

- Dilakukan uji hasil kompos dari kotoran Ulat Jerman berupa pH, Temperatur, kadar air, *electrical conductivity*, ammonium dan Nitrat, Phospat dan Kalium.

### Tahap Analisis Data

Tahap ini meliputi analisa laboratorium dan analisa data yang dilakukan di laboratorium Teknik Lingkungan Undip Semarang yaitu Uji Kadar Air, Uji Temperatur, Uji pH, Uji *Electrical Conductivity*, Uji Amonium dan Nitrat, serta Uji Phospat dan Kalium.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Fermentasi Variasi Pakan Ulat Jerman

Pelaksanaan dalam pembuatan kompos menggunakan bantuan dari ulat Jerman (*Superworm*) yang memanfaatkan limbah dari sayuran sawi hijau dan wortel. Limbah sayuran yang diberikan kepada ulat tidak secara langsung melainkan melalui proses fermentasi dengan penambahan MOL terlebih dahulu. Penambahan MOL (mikroorganisme lokal) menggunakan 5 yaitu diantaranya EM<sub>4</sub> (*Effective Microorganisme 4*) dan *Stardect* merupakan produk dari pabrik, kemudian MOL dari Bonggol Pisang, Akar Bambu, dan Nasi yang dibusukkan dibuat sendiri.

Pembuatan MOL dari Bonggol Pisang, Akar Bambu, dan Nasi bekas sebelumnya difermentasi selama seminggu. Pemberian pakan ulat dengan pencampuran limbah sawi hijau dan wortel diberikan penambahan MOL EM<sub>4</sub> difermentasikan selama 3 hari. Setelah proses 3 hari, pakan fermentasi limbah sawi hijau dan wortel diberikan kepada ulat untuk 0-5 hari. Fermentasi kedua dengan MOL *Stardect* diproses selama 3 hari kemudian pakan fermentasi limbah sawi hijau dan wortel diberikan kepada ulat untuk 6-10 hari. Fermentasi ketiga dengan MOL Bonggol Pisang diproses selama 3 hari kemudian pakan fermentasi

limbah sawi hijau dan wortel diberikan kepada ulat untuk 11-15 hari. Berikutnya fermentasi keempat dengan MOL Akar Bambu diproses selama 3 hari kemudian pakan fermentasi limbah sawi hijau dan wortel diberikan kepada ulat untuk 15-20 hari. Selanjutnya, fermentasi yang terakhir yaitu kelima dengan MOL Nasi bekas diproses selama 3 hari kemudian pakan fermentasi limbah sawi hijau dan wortel diberikan kepada ulat untuk 20-25 hari. Penelitian ini tidak menggunakan media, melainkan hanya menggunakan tempat dan ulat untuk hidup tanpa ada media tambahan.

#### Hasil Pengukuran Awal Fermentasi Variasi Pakan

Pakan Ulat Jerman dengan limbah pasar sayur sawi hijau dan wortel yang menggunakan EM4, *Stardec*, MOL bonggol pisang, MOL akar bambu, MOL nasi difermentasikan terlebih dahulu untuk mengetahui hasil fermentasi pakan dengan kelima MOL yang terfermentasi.

#### Suhu Fermentasi Pakan Ulat Jerman

Pengukuran suhu dalam fermentasi dilakukan guna untuk mengetahui suhu awal dalam fermentasi pakan dengan kelima MOL yang berbeda-beda.

Tabel 1

Suhu Fermentasi Pakan ulat Jerman

No.	Variasi Fermentasi Pakan	Suhu ( °C)
1	EM4	28,6
2	Stardec	28,3
3	Mol Bonggol Pisang	27,8
4	Mol Akar Bambu	27,6
5	Mol Nasi	27,2

Pengamatan suhu pada fermentasi bahan pakan dari kelima MOL bervariasi mulai dari 27,2°C sampai 28,6°C dengan rata-rata suhu 27,9°C. Menurut Mulat (2003), pada kisaran suhu antara 22° - 28°C cacing dapat membantu proses vermikompos. Kenaikan suhu pada proses vermikompos menandakan bahwa proses vermikompos berjalan dengan baik (Kartini, 2008). Hasil suhu fermentasi yang di dapat dari kelima MOL sudah memenuhi standar suhu yang optimum.

#### pH Fermentasi Pakan Ulat Jerman

Derajat keasaman (pH) fermentasi dilakukan pengamatan pada awal bahan pakan dari kelima MOL yang berbeda-beda. PH digunakan untuk mengevaluasi hasil metabolisme mikroorganisme di lingkungan.

Tabel 2

pH Fermentasi Pakan ulat Jerman

No.	Variasi Fermentasi Pakan	pH
1	EM4	6,78
2	Stardec	7,40
3	Mol Bonggol Pisang	7,56
4	Mol Akar Bambu	6,35
5	Mol Nasi	8,20

Pengukuran pH fermentasi pakan menunjukkan kisaran pH dengan nilai terendah 6,35. Nilai pH paling rendah yaitu MOL Akar Bambu, hal ini menunjukkan adanya perbedaan aktivitas mikroorganisme dalam penguraian limbah pakan. Menurut SNI (2004), pH selama pengomposan berkisar antara 6,8 – 7,49. Derajat keasaman (pH) yang tidak memenuhi kriteria SNI disebabkan oleh bahan yang masih basah dan mikrobial yang berada didalamnya belum bekerja dengan optimal sehingga penguraian polimer menjadi asam-asam organik tidak berjalan optimal (Astari, 2011).

#### Electrical Conductivity Fermentasi Pakan Ulat Jerman

Electrical Conductivity digunakan untuk mengukur kepekatan suatu larutan. Pengamatan dan pengukuran untuk EC pada fermentasi kelima pakan MOL yang berbeda-beda juga dilakukan pada awal bahan fermentasi.

Tabel 3

Electrical Conductivity Fermentasi Pakan ulat Jerman

No.	Variasi Fermentasi Pakan	EC (ds/m)
1	EM4	1,18
2	Stardec	0,82
3	Mol Bonggol Pisang	0,87
4	Mol Akar Bambu	0,8
5	Mol Nasi	0,24

Nilai EC pada fermentasi kelima pakan MOL dimulai 0,24 – 1,18 ds/m yang mampu meningkatkan kualitas produksi pakan. Pada EC yang melampaui tinggi, tidak mampu menyerap hara karena jenuh. Batasan jenuh untuk sayuran ialah EC 4,2. Nilai EC diatas angka tersebut, pertumbuhan akan stagnan. Bila EC jauh lebih tinggi maka akan terjadi toksisitas atau keracunan dan sel-sel akan mengalami plasmolisis (Sutiyo, 2004).

#### **Kadar Air Fermentasi Pakan Ulat Jerman**

Pengukuran kadar air dalam fermentasi berfungsi untuk mengetahui kandungan kadar air yang terdapat dalam kelima MOL, apakah kandungannya sudah memenuhi atau melebihi.

**Tabel 4**  
**Kadar Air Fermentasi Kompos ulat Jerman**

No.	Variasi Fermentasi Pakan	Kadar Air (%)
1	EM4	64,4624
2	Stardec	35,0000
3	Mol Bonggol Pisang	60,7557
4	Mol Akar Bambu	59,4386
5	Mol Nasi	69,6606

Rata-rata kandungan kadar yang terdapat pada kelima MOL bahan fermentasi yaitu sebesar 57,86% dimana nilai kandungan kadar air terbesar pada MOL nasi yaitu 69,66% dan nilai kandungan kadar air terendah yaitu 35% pada Stardec. Pengaruh kadar air tidak berpengaruh secara langsung dalam proses pengomposan namun jika kadar air terlalu tinggi akan mengurangi jumlah pemakaian kompos dikarenakan beratnya bertambah, tetapi jika terlalu kering bakteri pada kompos tidak bekerja maksimal. Kadar air yang dipersyaratkan 20-35% (Soekirman, 2005), sedangkan Sahrul (2008) kadar air yang memenuhi syarat berkisar 25-60%. Kesimpulan dari range nilai kelima jenis fermentasi pakan yang memenuhi nilai standar menurut SNI (2004) yaitu *Stardec* dengan nilai 35%. Keempat jenis pakan fermentasi memiliki nilai lebih dari 50%.

#### **Kadar Ammonium Fermentasi Pakan Ulat Jerman**

Pengukuran uji kadar Nitrogen yang dilakukan di spesifik dengan mengukur kadar Ammonium dan kadar nitrat.

**Tabel 5**  
**Kadar Ammonium Fermentasi Pakan ulat Jerman**

No.	Variasi Fermentasi Pakan	NH <sub>4</sub> -N
		mg/liter
1	EM4	16,128
2	Stardec	30,895
3	Mol Bonggol Pisang	10,096
4	Mol Akar Bambu	17,742
5	Mol Nasi	19,883

Dari hasil pengukuran nilai kadar ammonium pada tabel 4.5 dapat dilihat bahwa nilai kadar ammonium tertinggi yaitu 30,895 mg/liter pada *Stardec* dan nilai minimum kadar ammonium terdapat pada MOL bonggol pisang dengan nilai 10,096 mg/liter.

#### **Kadar Nitrat Fermentasi Pakan Ulat Jerman**

Uji kadar nitrat fermentasi dilakukan pengukuran pada awal kelima bahan MOL yang berbeda-beda untuk diberikan ke ulat jerman dalam melakukan pengomposan.

**Tabel 6**  
**Kadar Nitrat Fermentasi Pakan ulat Jerman**

No.	Variasi Fermentasi	Kadar Nitrat (ppm)
1	EM4	78,421
2	Stardec	75,614
3	Mol Bonggol Pisang	17,368
4	Mol Akar Bambu	38,596
5	Mol Nasi	48,947

Pada tabel 4.6 dapat dilihat nilai tertinggi pada uji kadar nitrat yaitu terdapat pada EM4 dengan nilai 78,421 ppm dan nilai terendah pada uji kadar nitrat yaitu terdapat pada MOL bonggol pisang dengan nilai 17,368 ppm.menghambat perkembangan kecambah (Promila dan Kumar, 2006).

### Kadar Phospat Fermentasi Pakan Ulat Jerman

Mineralisasi fosfor merupakan proses enzimatik, enzim yang terlibat disebut fosfatase yang mengkatalis berbagai reaksi yang melepaskan fosfat dari senyawa fosfor organik sehingga dapat tersedia untuk tanaman (Haryanto, 2007).

**Tabel 7**

### Kadar Phospat Fermentasi Pakan ulat Jerman

No.	Variasi Fermentasi	Kadar Phospat (%)
1	EM4	0,133
2	Stardec	0,101
3	Mol Bonggol Pisang	0,139
4	Mol Akar Bambu	0,121
5	Mol Nasi	0,173

Pada tabel diatas dapat diketahui kandungan kadar P tertinggi pada penggunaan MOL Nasi sebesar 0,173% dan kandungan kadar P terendah pada penggunaan bioaktivator *Stardec* sebesar 0,101%. Kandungan unsur hara P merupakan hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Secara keseluruhan dari hasil data kelima pakan terfermentasi sudah memenuhi standar SNI (2004).

### Kadar Kalium Fermentasi Pakan Ulat Jerman

**Tabel 8**

### Kadar Kalium Fermentasi Pakan ulat Jerman

No.	Variasi Fermentasi	Kadar Kalium (%)
1	EM4	1,014
2	Stardec	0,867
3	Mol Bonggol Pisang	1,127
4	Mol Akar Bambu	2,043
5	Mol Nasi	2,637

Kandungan kalium tertinggi pada penggunaan MOL Nasi sebesar 2,637% dan kandungan kalium terendah diperoleh dengan penggunaan bioaktivator *Stardec* yaitu sebesar 0,867%. Dilihat dari tabel diatas hasil kalium dengan konsentrasi tertinggi, sehingga banyak mikroorganisme yang terkandung dan mineralisasi kalium

semakin banyak (Endang, 2014). Berdasarkan hasil data kelima jenis pakan terfermentasi yang berbeda menunjukkan nilai standar yang sudah sesuai dengan SNI (2004).

### Hasil Akhir Pengomposan Ulat Jerman

Setiap hari kelima akhir pengomposan ulat Jerman selama dua puluh lima hari dengan variasi pakan yang sudah terfermentasi dilakukan pengukuran parameter sampel akhir (pengomposan) dari EM4, *Stardec*, MOL bonggol pisang, MOL akar bambu, dan MOL nasi yang telah dimakan oleh makroorganisme ulat Jerman. Hasil dari pengomposan ulat Jerman yaitu sebagai berikut:

### Pengukuran Pertumbuhan Ulat Jerman

Alat yang digunakan untuk mengukur pertumbuhan ulat yaitu dengan timbangan. Pengukuran dilakukan untuk mengetahui perubahan berat yang dialami ulat dari semula dengan pemberian pakan selama proses pengomposan ulat Jerman.

**Tabel 9**

### Hasil Pertambahan Pakan Ulat Jerman

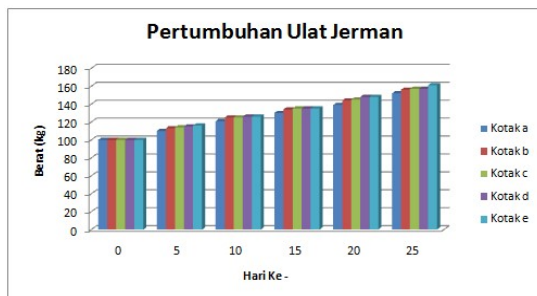
No.	Variasi pakan	Hari ke	Kotak				
			A	B	C	D	E
			(gr)				
1	Fermentasi EM4	1 - 5	50	60	70	80	90
2	Fermentasi stardec	6 - 10	55	68	81	95	109
3	Fermentasi Mol Bonggol Pisang	11 - 15	61	75	88	101	113
4	Fermentasi Mol Akar Bambu	16 - 20	67	83	102	118	138
5	Fermentasi Mol Nasi	21 - 25	68	83	99	114	131

**Tabel 10**

### Hasil Pertumbuhan Ulat Jerman

No.	Variasi pakan	Hari ke	Kotak				
			A	B	C	D	E
		0	100	100	100	100	100
1	Fermentasi EM4	110	113	116	119	121	116
2	Fermentasi stardec	122	125	125	126	126	126
3	Fermentasi bonggol pisang	134	139	145	148	153	135
4	Fermentasi akar bambu	136	139	142	142	145	148
5	Fermentasi nasi	151	154	156	159	162	161





**Gambar 1 Grafik Pertumbuhan Ulat Jerman**

Pemantauan atau pengukuran yang dilakukan selama 25 hari proses pengomposan ulat Jerman dapat diperoleh dari data pada grafik 4.1. Grafik pertumbuhan diatas terjadi perbedaan selang waktu tiap 5 (hari) nya dengan bioaktivator pakan yang berbeda. Perkembangan ulat Jerman selama proses pengomposan mengalami peningkatan di setiap penambahan bioaktivator pakan yang berbeda. Namun pada pakan penambahan MOL akar bambu mengalami penurunan. Tetapi untuk ke hari selanjutnya yaitu pada pakan MOL nasi mengalami kenaikan kembali. Hal ini sempat mengalami penurunan disebabkan karena pengaruh kondisi lingkungan media yang kurang nyaman disertai dengan ulat Jerman yang tidak cocok dengan penambahan pakan MOL akar bambu.

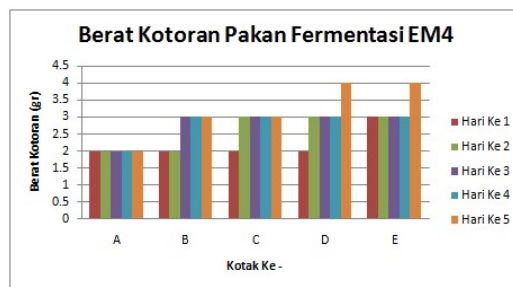
#### Pengukuran Berat Kotoran

Pengukuran berat kotoran yang dihasilkan pengomposan dari ulat Jerman dilakukan setiap hari pada siang hari ketika akan membersihkan tempat ulat dengan menggunakan timbangan. Melakukan pengukuran setiap hari guna untuk mengetahui seberapa banyak kotoran yang telah dihasilkan oleh ulat Jerman untuk digunakan sebagai kompos.

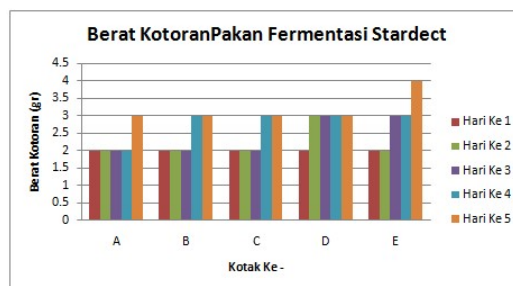
**Tabel 11**  
**Hasil Pengukuran Berat Kotoran Ulat Jerman**

No.	Variasi Pakan	Kotak (gr)	Hari Ke-				
			1	2	3	4	5
1	EM4	A	2	2	2	2	2
		B	2	2	3	3	3
		C	2	3	3	3	3
		D	2	3	3	3	4
		E	3	3	3	3	4
2	Stardect	Kotak (gr)	1	2	3	4	5
		A	2	2	2	2	3
		B	2	2	2	3	3
		C	2	2	2	3	3
		D	2	3	3	3	3
3	Bonggol Pisang	E	2	2	3	3	4
		Kotak (gr)	1	2	3	4	5
		A	2	2	2	2	2
		B	2	2	3	3	3
		C	2	3	3	3	3
4	Akar Bambu	D	3	2	3	3	4
		E	3	3	3	3	4
		Kotak (gr)	1	2	3	4	5
		A	2	2	2	2	2
		B	2	2	2	3	3
5	Nasi	C	2	3	3	3	3
		D	2	3	3	3	4
		E	3	3	3	3	4
		Kotak (gr)	1	2	3	4	5
		A	2	2	2	2	2

Dari pengamatan yang dilakukan selama 25 hari, dapat diketahui bahwa ulat Jerman dengan berat awal 100 gr diberi pakan pada setiap kotak dengan 50% untuk kotak A, 60% untuk kotak B, 70% untuk kotak C, 80% untuk kotak D, dan 90% untuk kotak E.

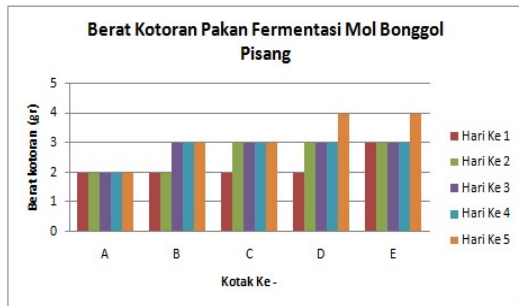


**Gambar 2 Grafik Berat Kotoran Pakan EM4 Ulat Jerman**

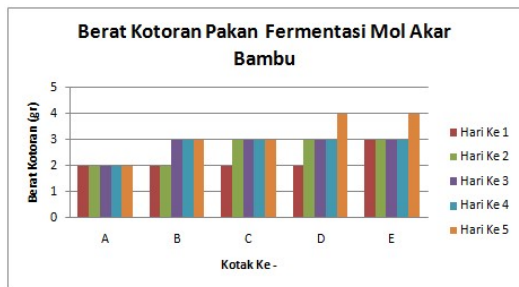


**Gambar 3 Berat Kotoran Pakan Stardect Ulat Jerman**

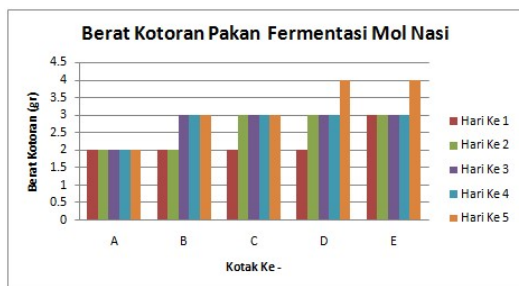




**Gambar 4 Grafik Berat Kotoran Pakan Bonggol Pisang Ulat Jerman**



**Gambar 5 Grafik Berat Kotoran Pakan Akar Bambu Ulat Jerman**



**Gambar 6 Grafik Berat Kotoran Pakan Nasi Ulat Jerman**

Grafik 2 pada pakan fermentasi EM4 selama 1-5 hari pada kotak A-E mengalami peningkatan terkadang terdapat hasil data yang stabil. Peningkatan terjadi pada hari kelima di kotak E sebanyak 4 gr. Grafik 3 pada pakan fermentasi *Stardec* selama 6-10 hari pada kotak A-E memiliki nilai berat tertinggi pada kotak E hari kesepuluh sebanyak 4 gr. Grafik 4 pada pakan fermentasi MOL bonggol pisang selama 11-15 hari pada kotak A-E memiliki nilai berat tertinggi pada kotak E hari kelima belas sebanyak 4 gr. Grafik 5 pada pakan fermentasi MOL akar bambu selama 16-20 hari memiliki nilai berat

tertinggi pada kotak E hari kedua puluh sebanyak 4 gr. Grafik 6 pada pakan fermentasi MOL nasi selama 20-25 hari memiliki nilai berat tertinggi pada kotak E hari kedua puluh lima sebanyak 4 gr. Dari keseluruhan hasil kelima pakan fermentasi memiliki nilai akhir yang sama yaitu sebanyak 4 gr di akhir pengomposan. Dilihat pertumbuhan berat kotoran yang meningkat setiap harinya. Namun apabila faktor dari suhu serta kelembaban dari keadaan yang ada pada sekitar maka ulat akan menjauh dari pakan yang diberikan.

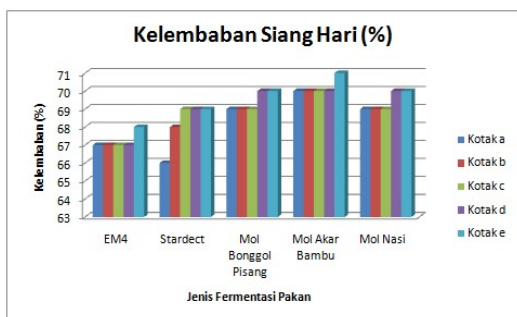
### Pengukuran Kelembaban

Pemantauan serta pengukuran kelembaban dilakukan pada siang hari selama proses pengomposan ulat Jerman. Alat yang digunakan untuk mengukur kelembaban adalah *Thermohygro Metter* yang dimana dilakukan untuk mengetahui kelembaban media selama proses pengomposan ulat Jerman.

**Tabel 12**  
**Hasil Pengukuran Kelembaban**

No.	Kotak	Kelembaban (%) Siang Hari Fermentasi Pakan Ulat Jerman				
		EM4	Stardec	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	67	66	69	70	69
2	b	67	68	69	70	69
3	c	67	69	69	70	69
4	d	67	69	70	70	70
5	e	68	69	70	71	70

Rata-rata kelembaban yang terjadi pada saat penelitian dengan nilai (EM4) 67,2%, (Stardec) 68,2%, (Mol Bonggol Pisang) 69,4%, (Mol Akar Bambu) 70,2%, (Mol Nasi) 69,4% karena ditempat penelitian berada di tempat yang kondisi lingkungannya berubah-ubah sesuai cuaca yang sedang terjadi. Dilihat dari hasil pengukuran, perubahan kelembaban menunjukkan bahwa kelembaban media pada tiap-tiap kotak selama proses pengomposan ulat Jerman tidak terjadi perubahan yang signifikan.



**Gambar 7 Grafik Kelembaban Siang Hari**

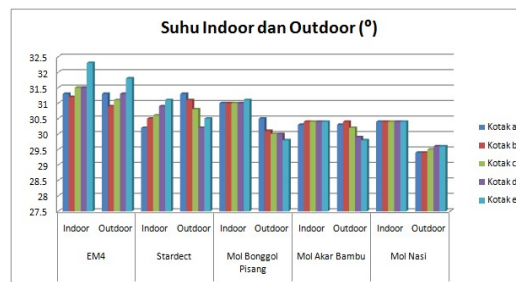
Gambar 7 menunjukkan grafik nilai kelembaban yang terjadi pada semua kotak dan kelima MOL di siang hari. Hari ke -1 sampai hari ke - 25 mendapatkan hasil nilai kelembaban minimum berada pada nilai 67% dan nilai kelembaban maksimum berada pada nilai 71%. Kelembaban merupakan faktor utama dalam pengomposan aerob. Kelembaban dibawah 20 % menyebabkan pengomposan terhenti. Jika kelembaban diatas 55 %, air akan mulai mengisi ruang antara bahan, menyebabkan pengurangan jumlah oksigen dan terbentuk kondisi anaerob, sehingga temperatur menurun dan menimbulkan bau tidak sedap (Holmes, 1981 dalam Anon., 2011).

#### Pengukuran Suhu

Pengukuran serta pemantauan suhu selama proses pengomposan ulat Jerman dilakukan pada siang hari. Penelitian ini dilakukan dengan mengukur suhu *indoor* dan *outdoor*. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu yaitu *Thermohygro Metter*.

**Tabel 13**  
**Hasil Pengukuran Suhu**

No.	Kotak	Suhu (°C) Siang Hari Fermentasi Pakan Ulat Jerman									
		EM4		Stardect		Mol Bonggol Pisang		Mol Akar Bambu		Mol Nasi	
		Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
1	a	31,3	31,3	30,2	31,3	31,0	30,5	30,3	30,3	30,4	29,4
2	b	31,2	30,9	30,5	31,1	31,0	30,1	30,4	30,4	30,4	29,4
3	c	31,5	31,1	30,6	30,8	31,0	30,0	30,4	30,2	30,4	29,5
4	d	31,5	31,3	30,9	30,2	31,0	30,0	30,4	29,9	30,4	29,6
5	e	32,3	31,8	31,1	30,5	31,1	29,8	30,4	29,8	30,4	29,6



**Gambar 8 Grafik Suhu Indoor dan Outdoor pada Siang Hari**

Pada gambar grafik diatas menunjukkan grafik nilai pengukuran suhu yang terjadi pada kelima pakan fermentasi dari lima kotak pada siang hari. Penelitian dilakukan selama 25 hari dimana suhu minimum berada pada nilai 29,4°C dan nilai suhu tertinggi berada pada nilai 32,3°C. Menurut SNI (2004), suhu kompos yang dihasilkan adalah maksimal 50°C berarti suhu yang dihasilkan pada pengomposan ini semuanya memenuhi standar SNI tersebut. Peningkatan dan penurunan suhu menandakan aktivitas mikroorganisme meningkat dan menurun dalam mengurai sampah organik. Suhu yang meningkat disebabkan adanya panas hasil metabolisme mikroba. Panas yang dihasilkan oleh mikroba merupakan hasil dari respirasi (Wahyono dan Sahwan, 2008).

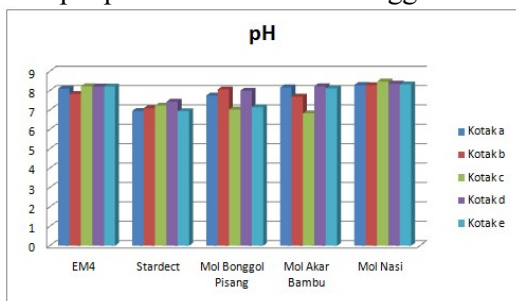
#### Pengukuran pH

Pengukuran pH pakan fermentasi selama proses pengomposan dilakukan selama lima hari sekali. Alat pengukuran pH menggunakan pH meter yang terdapat di Laboratorium Teknik Lingkungan. Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui pakan fermentasi dari kelima MOL mengandung asam, basa, atau netral.

**Tabel 14**  
**Hasil Pengukuran pH**

No.	Kotak	pH Fermentasi Pakan ulat Jerman				
		EM4	Stardect	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	8,11	6,95	7,75	8,17	8,29
2	b	7,83	7,09	8,06	7,70	8,28
3	c	8,23	7,23	7,03	6,83	8,47
4	d	8,22	7,43	8	8,23	8,37
5	e	8,21	6,94	7,15	8,12	8,33

Menurut hasil penelitian, nilai pH kompos tertinggi nilai 8,47 dan kompos terendah nilai 6,95, hasil pH yang diperoleh dari kelima MOL berbeda-beda tiap kotak dan tiap pergantian MOL disebabkan karena pakan limbah difermentasikan terlebih dahulu sehingga nilai pH pakan akan semakin tinggi.



**Gambar 9 Grafik pH Kompos**

Pada grafik diatas menunjukkan nilai pH kompos tertinggi yaitu 8,47 dan nilai terendah pH kompos yaitu 6,95. Menurut SNI (2004) range nilai pH yaitu 6,80 – 7,49 maka dapat diketahui kesimpulan bahwa pH yang memenuhi standar terdapat pada *Stardec*. Derajat keasaman (pH) yang tidak memenuhi kriteria menurut SNI diduga disebabkan oleh bahan yang masih basah dan mikrobial yang berada di dalamnya belum bekerja dengan optimal sehingga penguraian polimer menjadi asam-asam organik tidak berjalan optimal (Astari, 2011).

#### Pengukuran Kadar Air Kompos

Pengukuran kadar air selama proses pengomposan berfungsi untuk mengetahui apakah kadar air kompos telah memenuhi kualitas baku mutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004.

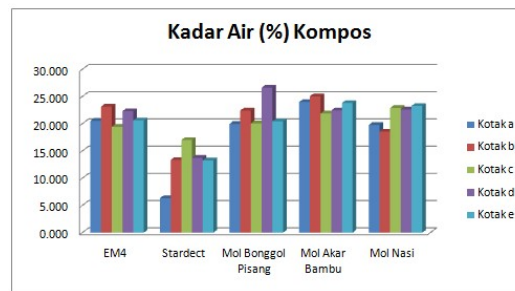
**Tabel 15**

**Hasil Pengukuran Kadar Air Kompos**

No.	Kotak	Jenis Pakan Fermentasi				
		EM4	Stardec	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	20,538	6,330	19,978	23,993	19,774
2	b	23,147	13,333	22,428	25,038	18,554
3	c	19,426	17,014	20,060	21,891	22,898
4	d	22,309	13,751	26,621	22,446	22,624
5	e	20,619	13,259	20,419	23,805	23,280

Dilihat dari tabel 4.15 menunjukkan bahwa nilai kadar air

kompos tersebut memenuhi persyaratan dalam SNI (2004) dengan nilai maksimum 50%. Dimana nilai kadar air tertinggi sebesar 26,621% pada kotak d MOL Bonggol Pisang dan nilai kadar air terendah sebesar 6,330% pada kotak a *Stardec*.



**Gambar 10 Grafik Pengukuran Kadar Air Kompos**

Dilihat dari hasil penelitian kadar air kompos nilai pengukuran yang didapat dari kelima jenis MOL telah memenuhi standar SNI (2004) yaitu memiliki nilai kurang dari 50%. Kadar air yang diperoleh sudah memenuhi standar SNI (maksimum 50%). Kadar air berbanding terbalik dengan suhu artinya semakin tinggi suhu, maka akan semakin rendah kadar air atau sebaliknya. Kadar air yang tinggi menunjukkan bahwa selama pengomposan suhu yang dihasilkan tidak tinggi (<60%) sehingga kadar air yang ada pada bahan tidak dapat hilang dan tetap lembab. Juga disebabkan hasil pengomposan setelah dipanen tidak dijemur lagi sehingga kadar air yang ada didalamnya tidak hilang atau berkurang.

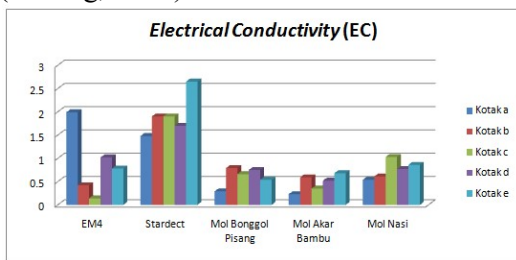
#### Pengukuran *Electrical Conductivity* Kompos

*Electrical Conductivity* atau daya hantar listrik suatu larutan nutrisi dipengaruhi oleh nilai kepekatan suatu larutan. Semakin pekat larutan nutrisi maka semakin tinggi daya hantar listriknya atau nilai EC nya, begitu pula sebaliknya jika nilai EC rendah maka nilai kepekatan juga rendah.

**Tabel 16**  
**Hasil Pengukuran *Electrical Conductivity* Kompos**

No.	Kotak	<i>Electrical Conductivity</i> (ds/m) Fermentasi Pakan ulat Jerman				
		EM4	Stardec	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	1,99	1,48	0,29	0,23	0,54
2	b	0,42	1,9	0,79	0,59	0,61
3	c	0,14	1,9	0,66	0,35	1,03
4	d	1,02	1,7	0,75	0,52	0,77
5	e	0,78	2,65	0,54	0,68	0,86

Dilihat dari tabel 4.16 hasil pengukuran nilai kandungan EC tertinggi sebesar 2,65 ds/m pada kotak e *Stardec* dan nilai kandungan EC terendah sebesar 0,14 ds/m pada kotak c EM4. EC bias ditingkatkan sampai 2,5 – 4, namun pada umumnya angka EC lebih besar dari 4 akan menimbulkan toksisitas pada tanaman (Untung, 2000).



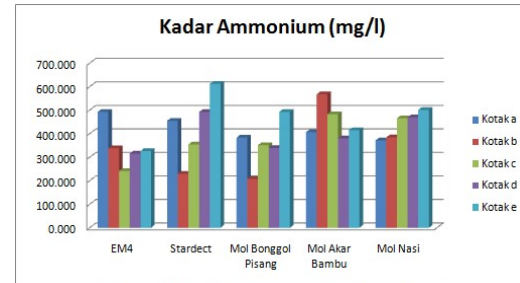
**Gambar 11 Grafik Hasil Pengukuran *Electrical Conductivity* Kompos**

### Analisa Kadar Ammonium Pengomposan Ulat Jerman

Amonium adalah ion  $\text{NH}_4^+$  yang memiliki sifat fisik tidak berwarna, berbau menyengat dan berbahaya bagi kesehatan.

**Tabel 17**  
**Hasil Pengukuran Analisa Kadar Ammonium Kompos**

No.	Kotak	Kadar Ammonium (mg/l) Kompos				
		EM4	Stardec	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	492,951	454,687	383,447	406,683	371,722
2	b	338,606	229,578	207,940	567,705	384,210
3	c	241,239	354,643	351,623	483,091	465,034
4	d	315,419	492,469	338,814	380,491	469,697
5	e	325,885	612,025	492,819	415,142	501,452



**Gambar 12 Grafik Kadar Ammonium Kompos Ulat Jerman**

Pada hasil pengukuran yang tertera pada tabel 4.17 dan grafik 4.12 menunjukkan hasil nilai kadar ammonium dengan nilai kadar ammonium tertinggi yaitu sebesar 612,025 mg/l pada kotak e *Stardec* dan nilai kadar ammonium terendah yaitu sebesar 241,239mg/l pada kotak c EM4. Konsentrasi ammonia nitrogen mengalami penurunan pada EM4 dan mengalami peningkatan pada *Stardec*. Ammonia dapat meningkat karena adanya penambahan ammonia oleh pengomposan dengan bantuan ulat Jerman dan mikroorganisme dari proses ekskresi. Huang et al (2014) mencatat kenaikan ammonia pada pengomposan limbah sayur dengan menggunakan ulat Jerman merupakan senyawa yang akan diubah oleh nitrobakter menjadi nitrat. Nitrobakter akan meningkat dikarenakan adanya lendir pada ulat Jerman yang memperkaya jumlah nitrobakter. Semakin banyak lendir yang dihasilkan maka jumlah bakteri yang terkandung di dalam substrat akan semakin banyak. Pada reaktor yang mengalami penurunan konsentrasi ammonia dimungkinkan karena laju ekskresi ulat Jerman dalam bentuk ammonia lebih sedikit jika dibandingkan dengan laju ammonia yang diubah menjadi nitrat.

### Analisa Kadar Nitrat Pengomposan Ulat Jerman

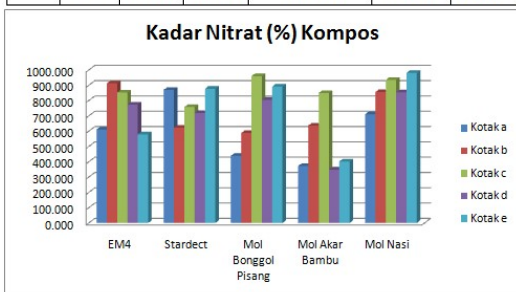
Nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) adalah bentuk utama nitrogen dan merupakan unsur hara utama bagi pertumbuhan tanaman dan algae (Mukhlis, 2003). Menurut Yulipriyanto (2010), sebagian besar tumbuhan mampu mengasimilasikan N-nitrat sebagai sumber nitrogen bagi tumbuhan tersebut, N-nitrat



dihasilkan oleh bakteri nitrifikasi. Nitrifikasi merupakan proses aerob yang terjadi pada tanah dengan pH netral dan akan terhambat prosesnya dalam keadaan anaerob atau keadaan tanah menjadi asam.

**Tabel 18**  
**Hasil Pengukuran Analisa Kadar Nitrat Kompos**

No.	Kotak	Kadar Nitrat (%) Kompos				
		EM4	Stardect	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	610,526	870,175	438,596	371,930	710,526
2	b	912,281	622,807	587,719	636,842	856,140
3	c	852,632	757,895	959,649	849,123	935,088
4	d	773,684	719,298	805,263	349,123	854,386
5	e	578,947	877,193	891,228	401,754	980,702



**Gambar 13 Grafik Kadar Nitrat Kompos Ulat Jerman**

Dilihat dari tabel 18 dan grafik 13 hasil pengukuran kadar nitrat kompos dari kelima bahan yang terfermentasi menunjukkan hasil kadar nitrat dengan nilai tertinggi sebesar 980,702% pada kotak e MOL Nasi dan nilai terendah kadar nitrat sebesar 371,930% pada kotak a MOL Akar Bambu. Nitrat nitrogen merupakan senyawa anorganik yang dihasilkan dari degradasi nitrogen organik melalui proses nitrifikasi. Penurunan konsentrasi nitrat dimungkinkan adanya nitrifikasi yang menyebabkan nitrat diubah menjadi  $N_2$  gas. Sedangkan peningkatan nitrat disebabkan adanya aktivitas mikroorganisme yang mengubah N organik menjadi ammonia kemudian menjadi nitrat.

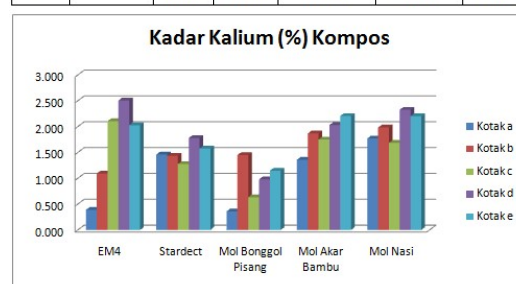
#### **Analisa Kadar Kalium Pengomposan Ulat Jerman**

Kalium merupakan unsur hara yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Tanaman yang kekurangan unsure hara K

akan tampak daun mengkerut atau keriting, timbul bercak-bercak merah kecoklatan, ujung dan tepi daun akan tampak menguning. Peran kalium pada tanaman adalah sebagai pembentuk protein dan karbohidrat, membantu membuka dan menutup stomata, meningkatkan daya tahan terhadap penyakit tanaman dan serangan hama, efisiensi penggunaan air, memperbaiki ukuran dan kualitas buah pada masa generative (Syakir, *et.al.*, 2009).

**Tabel 19**  
**Hasil Pengukuran Analisa Kadar Kalium Kompos**

No.	Kotak	Kadar Kalium (%) Kompos				
		EM4	Stardect	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	0,389	1,460	0,360	1,360	1,771
2	b	1,091	1,433	1,449	1,868	1,983
3	c	2,105	1,275	0,631	1,750	1,686
4	d	2,505	1,779	0,978	2,030	2,326
5	e	2,025	1,576	1,146	2,204	2,202



**Gambar 14 Grafik Kadar Kalium Kompos**

Dilihat dari tabel 4.19 dan grafik 4.14 menunjukkan hasil pengukuran kadar kalium dengan nilai maksimum sebesar 2,505% pada kotak d EM4 dan nilai minimum kadar kalium sebesar 0,360 pada kotak a MOL Bonggol Pisang. Menurut SNI 19-7030-2004 kadar kalium minimum pada kompos adalah 0,2%. Dari hasil uji kadar kalium kompos kotoran ulat Jerman sudah memenuhi standar SNI dimana kadar K tertinggi terdapat pada kompos ulat Jerman dengan pakan terfermentasi EM4. Pada dasarnya, Kalium mempunyai peran penting dalam fotosintesis pembentukan protein dan selulosa, disamping untuk memperkuat batang tanaman yang berarti juga untuk

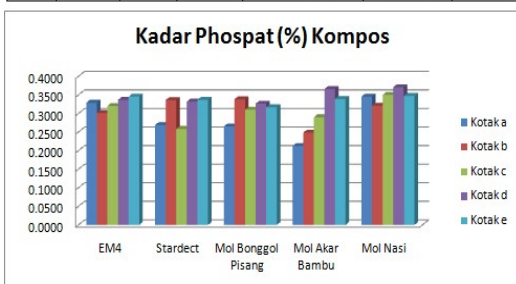
mempertinggi ketahanan tanaman (Winarso, 2005).

### Analisa Kadar Phospat Pengomposan Ulat Jerman

Pengukuran kadar Phospat dalam tanaman memiliki fungsi yaitu dapat mempercepat pertumbuhan akar semai, mempercepat pertumbuhan tanaman, meningkatkan produk biji-bijian dan dapat memperkuat pertumbuhan tanaman padipadian sehingga tidak mudah rebah.

**Tabel 20**  
**Hasil Pengukuran Analisa Kadar Phospat Kompos**

No.	Kotak	Kadar Phospat (%) Kompos				
		EM4	Stardec	Mol Bonggol Pisang	Mol Akar Bambu	Mol Nasi
1	a	0,3292	0,2691	0,2653	0,2125	0,3458
2	b	0,3019	0,3362	0,3384	0,2485	0,3211
3	c	0,3207	0,2589	0,3105	0,2901	0,3504
4	d	0,3371	0,3323	0,3266	0,3659	0,3709
5	e	0,3459	0,3371	0,3171	0,3391	0,3475



**Gambar 15 Grafik Kadar Phospat Kompos**

Pada tabel 20 dan grafik 15 terlihat bahwa pengukuran nilai kadar phospat dari kelima bahan yang terfermentasi mempunyai nilai maksimum yaitu sebesar 0,3659% pada kotak d MOL Akar Bambu dan nilai minimum kadar phospat yaitu sebesar 0,2125% pada kotak a MOL Bonggol Pisang. Hal ini didukung oleh Anjangsari (2010) bahwa makanan yang melewati pencernaan cacing akan diubah menjadi bentuk P terlarut oleh enzim pencernaan cacing, selanjutnya akan dibebaskan oleh mikroorganisme dalam kotoran cacing. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 kadar minimum phospat untuk kompos adalah 0,1 % sehingga hasil komposting dari kotoran ulat Jerman sudah

memenuhi standar SNI. Mikroorganisme sangat memiliki peran penting dalam terciptanya Fosfor. Senyawa P organik diubah dan dimeneralisasi menjadi senyawa organik. Dari sifat unsur P sebagai bahan organik maka unsur ini memiliki peranan yang sangat essensial dalam kesuburan tanah dimana asupan nutrisi dari bahan organik sangat membantu menaikkan kadar unsur hara tanah dalam mencapai intensitas kesuburan yang optimal. Fosfor dibutuhkan untuk menyusun 0,1 – 0,4% bahan kering tanaman. Unsur ini sangat penting didalam proses fotosintesis dan fisiologi kimiawi tanaman. Phosfor juga dibutuhkan di dalam pembelahan sel, pengembangan jaringan dan titik tumbuh tanaman (Budi Nining Widarti, Wardah Kusuma Wardhini, Edhi Sarwono, 2015).

**Tabel 21**  
**Perbandingan Hasil Awal Fermentasi dan Hasil Akhir Pengomposan**

Bahan Fermentasi	Suhu (°)		pH		DHL (d/m)		Kadar Air (%)		Kadar Nitrat (ppm)		Kadar Ammonium (mg/l)		Kadar Kalium (%)		Kadar Phospat (%)	
	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir	Awal	Akhir
EM4	28,5	31,42	4,78	6,12	1,18	0,87	64,4624	21,2076	78,421	745,614	16,128	342,820	1,014	1,623	0,133	0,327
Stardec	28,3	30,72	7,40	7,13	0,82	1,926	35,0000	12,7373	75,614	769,474	30,895	428,680	0,867	1,505	0,101	0,307
Mol Bonggol Pisang	27,8	30,6	7,56	7,60	0,87	0,606	60,7557	21,9012	17,368	736,491	10,086	354,929	1,127	0,913	0,139	0,312
Mol Akar Bambu	27,6	30,25	4,35	7,81	0,8	0,474	59,4386	23,4347	38,596	511,754	17,742	400,622	2,043	1,842	0,121	0,291
Mol Nasi	27,2	29,95	8,20	8,35	0,25	0,762	69,6006	21,4260	48,947	867,368	19,883	438,423	2,537	1,994	0,173	0,347

Keterangan:  
Nilai Tertinggi  
Nilai Terendah

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah :

1. Pakan Ulat Jerman yang berbahan dari limbah pasar sayur sawi hijau dan wortel difermentasikan terlebih dahulu menggunakan 5 bioaktivator, seperti EM4, Stardec, MOL bonggol pisang, MOL akar bambu, MOL nasi yang dibusukkan dilakukan keseluruhan selama 25 hari dan setiap selang waktu 5 hari dalam 25 hari diberikan pakan terfermentasi secara bergantian.
2. Hasil awal pakan terfermentasi kandungan unsur hara sesuai dengan SNI 19-7030-2004 kecuali N (Ammonium dan Nitrat). Kisaran



kandungan unsur hara makro yang terdapat pada hasil awal yaitu:

- Ammonium: EM4= 16,128 mg/liter, Stardec= 30,895 mg/liter, Mol Bonggol Pisang= 10,096 mg/liter, Mol Akar Bambu= 17,742 mg/liter, dan Mol Nasi= 19,883 mg/liter.
- Nitrat: EM4= 78,421 ppm, Stardec= 75,614 ppm, Mol Bonggol Pisang= 17,368 ppm, Mol Akar Bambu= 38,596 ppm, dan Mol Nasi= 48,947 ppm.
- Phospat: EM4= 0,133%, Stardec= 0,101%, Mol Bonggol Pisang= 0,139%, Mol Akar Bambu= 0,121%, dan Mol Nasi= 0,173%.
- Kalium: EM4= 1,014%, Stardec= 0,867%, Mol Bonggol Pisang= 1,127%, Mol Akar Bambu= 2,043%, dan Mol Nasi= 2,637%.

Sedangkan hasil akhir pengomposan dengan ulat Jerman menghasilkan kandungan unsur hara dari rata-rata kelima kotak yaitu:

- Ammonium: EM4= 342,820 mg/liter, Stardec= 428,680 mg/liter, Mol Bonggol Pisang= 354,929 mg/liter, Mol Akar Bambu= 450,622 mg/liter, dan Mol Nasi= 438,423 mg/liter.
- Nitrat: EM4= 745,614 ppm, Stardec= 769,474 ppm, Mol Bonggol Pisang= 736,491 ppm, Mol Akar Bambu= 521,754 ppm, dan Mol Nasi= 867,368 ppm.
- Phospat: EM4= 0,3269%, Stardec= 0,3067%, Mol Bonggol Pisang= 0,3116%, Mol Akar Bambu= 0,2912%, dan Mol Nasi= 0,3471%.
- Kalium: EM4= 1,623%, Stardec= 1,505%, Mol Bonggol Pisang= 0,913%, Mol Akar Bambu= 1,842%, dan Mol Nasi= 1,994%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Bapak Endro Sutrisno dan Bapak Purwono sebagai pembimbing dalam pelaksanaan penelitian. Serta saudari Bethany selaku partner dalam melakukan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aira, M., Monroy, F., and Dominguez, J. 2006. *Changes in microbial biomass and microbial activity of pig slurry after the transit through the gut of the earthworm Eudrilus eugeniae*. Biol. Fertil. Soils 42: 371-376.
- Agrotekno.com. 2012. *Pupuk Kascing Tingkatkan Hasil Pertanian*. Diakses dari <http://www.agrotekno.com/pertanian-organik/87-pupuk-kascing-tingkatkanhasil-pertanian.html> [12 Januari 2012]
- Anjungsari, Eki. 2010. *Komposisi Nutrien (NPK) Hasil Vermicomposting Campuran Feses Gajah (Elephas maximus sumatrensis) dan Seresah Menggunakan Cacing Tanah (Lumbricus terrestris)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Anon., 2011. *Adoimagazine.com*. [Online] Available at: <http://www.adoimagazine.com> [Accessed 25 Juni 2014].
- Anonim. 2008. *Pembuatan Kompos dan Permasalahannya*. <http://www.geocities.com/persampahan/kompos5.doc>. [20 mei 2008].
- Anwar, Kamariah. 2008. *Kombinasi Limbah Pertanian Dan Peternakan Sebagai Alternatif Pembuatan Pupuk Organik Cair Melalui Proses Fermentasi Anaerob*. Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 1. November. 978-979-3980-15-7.
- Anwar, E.K.K. 2009. *Efektivitas Cacing Tanah dalam Proses Dekomposisi bahan Organik*. Puslitbang Tanah dan

- Agroklimat. Bogor. Jurnal Tanah Trop. Vol.14, No.2, 2009:149-158.
- Astari, L. P. 2011. *Kualitas Pupuk Kompos Bedding Kuda dengan menggunakan aktivator mikroba yang berbeda*. Skripsi S1. IPB. Bogor.
- Baca, M. T., E. Esteban, G. Almendros. dan A. J. Sanchez-Raya. 1993. *Changes in the Gas Phase of Compost During Solid State Fermentation of Sugarcane Bagasse*. Bioresource Technology 44.
- Bhattacharjee, G., Chaudhuri, P.S. 2002. *Capacity of various experimental diets to support biomass and reproduction Perionyx excavatus*. Bioresour. Technol. 82: 147-150.
- Cahyono, B. 2002. *Wortel Teknik Budi Daya Analisis Usah Tani*. Kanisius, Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_, 2003, *Teknik dan Strategi Budi Daya Sawi Hijau*, Yayasan Pustaka Nusantara, Yogyakarta.
- Chou, J. D., Wey, M. Y, dan Chang, S. H, 2008, *Emission of Pb and PAHs from thermally co-treated MSWI fly ash and bottom ash process*, Journal of Hazardous Materials 150, hal 27-36.
- Damanik, M.M.B ; B.E. Hasibuan ; Fauzi ; Sarifuddin ; H. Hanum. 2011. *Kesuburan Tanah dan Pemupukan*. USU Press. Medan.
- Djuarnani, Nan. dkk. 2005. *Cara Cepat Membuat Kompos*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- E. T. Marlina, Y. A. Hidayati, E. Harlia, 2011, *Pengaruh Penambahan Berbagai Starter Pada Proses Pengomposan Limbah Pasar Tradisional Terhadap Penurunan Jumlah Bakteri Total dan Koliform*, Universitas Padjajaran., Bandung.
- Fahrudin, F., 2009. *Budidaya Caisim (Brassica Juncea L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing*. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Gandjar, I., Wellyzar S., dan Ariyanti, O. 2006. *Mikologi. Dasar dan Terapan*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Garg V K Chand S, Chhillar A, Yadav A, 2005 *Growth and reproduction of eisenia foetida in various animal wastes during vermicomposting*. Appl. Ecol. Environment. 3: 51-59.
- Gunadi, B., Edwards, C.A., and Blount, C. 2003. *The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of Eisenia fetida (Savigny) in cattle and pig manure solids*. Eur. J. Soil Biology. 39: 19-24.
- Hardjowigeno, H. Sarwono., 2010. *Ilmu Tanah*. Akademika Pressindo, Jakarta.
- Haryanto. 2007. *Sains Jilid 4*. Jakarta: Erlangga.
- Hasibuan, B.E., 2006. *Pupuk dan Pemupukan*. Universitas Sumatera Utara, Fakultas Pertanian. Medan.
- Heru, P dan Yovita, H., I. 2003. *Hidroponik Sayuran Semusim Untuk Hobi dan Bisnis*. Gramedia, Jakarta.
- Hery. (2008) . *Biotek Yoghurt*. [diakses 7 Mei 2009]; [11 screens]. Diambil dari [URL:HYPERLINK](http://herihery.blogspot.com/2008/11/biotekyoghurt.html) <http://herihery.blogspot.com/2008/11/biotekyoghurt.html>
- Hidayat, P., (2010), *Pembuatan Kompos dengan Teknologi EM4*: <http://blogs.unpad.ac.id/hidayatpasa-danagara/2010/06/03/pembuatan-kompos-dengan-teknologi-em-4/>. Diakses 07 Maret 2012.
- Hou, J., Qian, Y., Liu, G and Dong, R. 2005. *The influence of temperature, pH and C/N ratio the growth and survival of eartworm in municipal solid waste*. Agriculture Engineering International. The CIGR Ejournal. 7: 58- 67.
- <http://duniabiologianda.blogspot.co.id/2012/08/sawi-hijau-brassica-rapa-var.html>. Diakses Kamis, 30 Agustus 2012.
- <http://manfaat.co.id/manfaat-ulat-jerman-untuk-murai>. Diakses Kamis, 17 September 2015.
- <http://ulatjerman.blogspot.co.id/>. Diakses Senin, 03 Mei 2010.

- Huang et al. 2011. *Involvement of Telmisartan on the Protective Effects Mediated by the Peroxisome Proliferator Activated Receptor- $\gamma$  Pathway in Mice*. Int J Diabetes Clin Res 2014. 1-6.
- Indriani, Y. H. 2002. *Membuat Kompos Secara Kilat*. PT. Penebar Swadaya. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Isroi, 2008. *Kompos*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.  
<http://id.wikipedia.org/wiki/kompos>. Diakses tanggal 15 februari 2011.
- I. W. Jana, N. K. Mardani, Suyasa dan I. W. Budiarsa, 2006, *Analisis Karakteristik Sampah Dan Limbah Cair Pasar Badung Dalam Upaya Pemilihan Sistem Pengelolaannya*, ISSN 1907-5626. ECOTROPHIC. VOLUME 1 (2) hal 2.
- Kaplan, D. L., Hartension R., Neuhauser E.F. and Malecki M.R.1980. *Physicochemical requirements in the environment of the earthworm Eisenia foetida*. Soil Biology and Biochemistry 12: 347-352.
- Kartini. 2008. *Cacing Tanah Sebagai Indikator Kesuburan Tanah*. Disertasi Doktor Program Pascasarjana Universitas Padjajaran. Bandung.
- Khairuman dan K. Amri. 2009. *Mengeruk Untung dari Beternak Cacing*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Keliat, S. D. (2008). *Analisis Sistem Pemasaran Wortel. (Skripsi)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Mashur, 2001. *Vermikompos Pupuk Organik Berkualitas dan Ramah Lingkungan*. Instalasi Penelitian Dan Pengkajian Teknologi Pertanian (Ipptp) Mataram Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian.
- Muhtad. 2007. *Pemanfaatan Cacing Lumbricus rubellus Dalam Pengolahan Sampah Organik Di Tempat Pembuangan Akhir (TPA)*. MIPA. Vol. 17, No. 1 : 33-38.
- Mukhlis, Abdul. (Ed). 2003. *Penelitian Tindakan Kelas*. Makalah Panitia Pelatihan Penulisan Karya Ilmiah untuk Guru-guru se-Kabupaten Tuban.
- Mulat, T. 2003. *Membuat dan Memanfaatkan Kascing Pupuk Organik Berkualitas*. AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Murbandono, L. 2000. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2002. *Membuat Kompos*. Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta
- Musnamar, E. I. 2006. *Pupuk Organik: cair & padat, pembuatan, aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2009. *Pupuk Organik : Cair dan Padat, Pembuatan, Aplikasi*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Muwakhid, B. 2005. *Isolasi, Seleksi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat isolat sampah Organik Pasar*. Disertasi Doktor. Program Pasca sarjana Universitas Brawijaya. Malang.
- Ndegwa, P.M., S.A.Thompson. 2001. *Integrating Composting and Vermicomposting in the Treatment and Bioconversion of Biosolids*. Bioresource Technology. 75: 7-12.
- Ningrum, D. L. 2014. *Sampah Potensi Pakan Ternak yang Melimpah*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Novizan, 2007. *Petunjuk Pemupukan Yang Efektif*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Nyakpa, M.Y. Lubis, A.M. Pulung, M.A. Amroh, A.G, Munawar, A. Hong, G.B dan N. Hakim, 1988. *Kesuburan Tanah*. Universitas Lampung, S Bandar Lampung.
- Pandebesie, E.S., Rayuanti, D., *Pengaruh Penambahan Sekam Pada Proses Pengomposan Sampah Domestik*. Jurnal Lingkungan Tropis, 2013, 6(1), 31 – 40.

- Pattnaik, S. and M. V. Reddy. 2010. *Nutrient Status of Vermicompost of Urban Green Waste Processed by Three Earthworm Species Eisenia foetida*. Applied and Environmental Soil Science. Vol.2010.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 85 Tahun 1999 Tentang Perubahan Atas Peraturan Pemerintah Nomor 18 Tahun 1999 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.
- Pohan, R. A. (2008). *Analisis Usaha Tani dan Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pendapatan Petani Wortel. (Skripsi)*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Purwasasmita M, Kunia K. 2009. Mikroorganisme lokal sebagai pemicu siklus kehidupan dalam bioreaktor tanaman. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia-SNTKI 2009. Bandung 19-20 Oktober 2009.
- Puslitbangnak. 2013. *Limbah Pasar Alternatif Penyedia Hijauan Pakan Ternak*, Bogor Jawa Barat (11 September 2013).
- Rahayu, M.S., dan Nurhayati, (2005), *Penggunaan EM4 dalam Pengomposan Limbah Padat*. Jurnal Penelitian Bidang Ilmu Pertanian Vol. 3, No. 2.
- Reinecke, A.J., and Venter J.M. 1987. *Moisture preferences, growth and reproduction of the compost worm Eisenia fetida (Oligochaeta)*. Biology and Fertility of Soils 3: 135-141.
- Rini, D. K. (2010). *Respon Penawaran Wortel (Daucus carota) Di Kabupaten Boyolali*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rochaeni, A., Deni, R. dan Karunia. H. P. 2008. *Pengaruh Agitasi Terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik*. [http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/jurnal\\_V\\_4-4.pdf](http://www.unpas.ac.id/pmb/home/images/articles/infomatek/jurnal_V_4-4.pdf). [20 mei 2008].
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Kanisius. Jakarta.
- Rukmana, R., 2002, *Bertanam Petsai dan Sawi*, Kanisius, Yogyakarta.
- \_\_\_\_\_. 2007. *Bertanam Petsai dan Sawi*. Kanisius, Yogyakarta.
- Rupperet, E. 2004. *Invertebrate Zoology*. Thomson Learning inc. USA.
- Saenab, A. 2010. *Evaluasi Pemanfaatan Limbah Sayuran Pasar Sebagai Pakan Ternak Ruminansia di DKI Jakarta*, Balai Pengkajian Teknologi Jakarta.
- Sastrawidana, D.K., B. W. Lay, A. M. Fauzi, dan D. A. Santosa. 2008. *Pemanfaatan konsorsium bakteri lokal untuk bioremediasi limbah tekstil menggunakan system kombinasi anaerobic-aerobik*. Berita Biologi. 9(2): 123-132.
- Sharma, S., Pradham, K., Satya S., Vasudevan, P. 2005. *Potentiality of earthworm for waste management and in other Use-A Review*. Journal American Science. 1:4-16.
- Simamora, S. dan Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Simanungkalit et al, 2006, *Organic Fertilizer and Biofertilizer*, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Singh, D. and Suthar, S., 2012. *Vermicomposting of herbal pharmaceutical industry waste: Earthworm growth, plant-available nutrient and microbial quality of end materials*. Bioresource Technology, 112: 179-185.
- SNI 19 -7030 -2004. *Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik*.
- Soekirman. 2005. *Dalam balai besar litbang*.
- Subler S, Edward CA, Metzger J. 1998. *Comparing vermicompost and compost*. Biocycle 39:63-66.

- Suhastyo. 2011. *Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang Digunakan Pada Budidaya Padi Metode Sri*. Tesis Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sunarjono, H. 2004. *Bertanam Sawi dan Selada*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suprihatin, A., Prihanto, D., Gilbert, M. 1998. *Sampah dan Pengelolaanya*. Malang: Indah Offset.
- Sutanto, R., 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suthar, S. 2007. *Nutrients changes and biodinamics of epigeic earthworm Perionyx axcavatus during recycling of some agriculture wastes*. Bioresource Technology. 98: 1608-1614.
- Suthar, S., and S. Singh. 2008. *Comparison of Some Novel Polyculture and Traditional Monoculture Vermicomposting Reactors to Decompose Organic Wastes*. Ecological engineering. 33 : 210-219.
- Sutiyoso, Y., 2004. *Hidroponik ala Yos*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syakir, M. David Allorerung, Sumanto dan Jati Purwani. 2009. *Dekomposisi Limbah Jarak Pagar dan Pemanfaatannya Untuk Pupuk Organik*. Laporan Penelitian Insentif Riset. 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Tiunov, A.V and Scheu, S. 2004. *Carbon available controls the growth of detritivores (Lumbricidae) and their effect on nitrogen mineralization*. Oecologia 138: 83-90.
- Tomati U, Grappelli A, Galli E (1988). *The hormone-like effect of earthworm casts on plant growth*. Biol. Fertil. Soils, 5:288–294
- Untung, O. 2000. *Hidroponik Sayuran Sistem Nutrien Film Teknik (NFT)*. Penebar Swadaya. Jakarta. 96 hal.
- Wahyono, Sri, Firman L. Sahwan dan Feddy Suryanto . 2003 . *Mengolah Sampah Menjadi Kompos Sistem Open Windrow Bergulir Skala Kawasan*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi :Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2008. *Dinamika perubahan temperatur dan reduksi volume limbah dalam proses pengomposan*. J. Teknologi Lingkungan. 9(3):255-262.
- Wardhani, S.; Purwani, K. I.; dan Anugerahani, W. 2014. *Pengaruh Aplikasi Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Rawit (Capsicum frutescens L.) Varietas Bhaskara di PT Petrokimia Gresik*. Jurnal Sains dan Seni Pomits. Vol. 2 (1).
- Widarti, Budi Nining, Wardhini, Wardah Kusuma, Sarwono, Edhi. 2015. *Pengaruh Rasio C/N Bahan Baku pada Pembuatan Kompos dari Kubis dan Kulit Pisang*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 5, No. 2 (Juni 2015) 75-80.
- Widayati, E. dan Widalestari, Y. J. 1996. *Limbah untuk Pakan Ternak*. Trubus Agrisorana, Surabaya.
- Wikipedia Indonesia. 2008. *Kompos*. Ensiklopedia Bebas Berbahasa Indonesia. <http://id.wikipedia.org/wiki/kompos>. [13 Juni 2008].
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Gava Media, Yogyakarta.
- Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Graha Ilmu, Yogyakarta.